УДК 636.32/38.612.6

Белозерова И.А., Лапина Т.И.
(Ставропольский Институт Кооперации (филиал) Белгородского Университета Кооперации экономики и права,ГНУ Северо-Кавказский ЗНИВИ РАСХН)

МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЯДЕР КАРДИОМИОЦИТОВ ОВЕЦ В ПРЕНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Ключевые слова: плоды овец, кардиомиоциты, ядра кардиомиоцитов.

Введение. Историческое возникновение и усложнение у животных строения сердца связано с развитием кровообращения в целом, так как сердце представляет по существу выделенный участок общего круга кровообращения, прогоняющий по нему кровь путем пульсации. Поэтому на начальных ступенях развития среди беспозвоночных под сердцем условно можно понимать еще внешне не обособленный, но уже выделяющийся благодаря пульсации участок главного сосуда [2].

Исследование сердечно-сосудистой системы заслужено привлекает неослабевающее внимание морфологов в силу своей высокой значимости. Главная роль данной циркуляторной системы в организме состоит в том, что быстро переносит различные вещества на такие расстояния к периферическим клеткам и тканям, при которых диффузионные токи в тканевых жидкостях неэффективны [7]. Работоспособность такой системы обеспечивается действием насоса-сердца. Движение крови по сосудам у позвоночных достигается и благодаря другим факторам, имеющим главенствующее значение у беспозвоночных животных. Глубокое и всестороннее знание строения и функциональной деятельности сердца, особенно в свете эволюционных преобразований, является актуальным [5].

Рост и развитие сердца зависят от многих причин, главными из которых являются условия содержания, кормления, физиологическое состояние матери [1, 4].

Статистические методы позволяют объективно оценивать количественные результаты исследований. Кардиомиоциты с позиций морфометрического исследования представляют собой геометрические тела, которые удобно аппроксимировать цилиндрами конечной длины. Из двух характерных размеров кардиомиоцитов легко измеряется длина, тогда как его площадь на гистометрическом уровне найти очень трудно [5].

Материал и методика исследований. Для гистологического исследования у плодов брали кусочки сердца (правое и левое предсердие, правый и левый желудочек), фиксировали в 10% нейтральном формалине и по общепринятой методике заливали в парафин. Для изучения общей структуры стенки сердца гистологические срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Морфометрические измерения проводили с помощью программы Видео-тест мастер 4,0. С помощью морфометрии изучали возрастные изменения строения стенки сердца: измеряли длину, ширину и площадь кардиомиоцитов. Полученные данные подвергали вариационной обработке по методу Ойвина, Г.Ф. Лакина [3, 6]. Она позволила выявить степень изменчивости количественных показателей, и по этим данным были построены вариационные кривые.

Результаты исследований анализировали, а числовые показатели обрабатывали методом однофакторного дисперсионного анализа, двустороннего и парного критериев Стьюдента в программе Primer of Biostatistics 4,03 для Windows 2007, на IBM-совместимом компьютере. Достоверными считали различия при $p < 0,05$.

С препаратов были сделаны фотографии цифровым фотоаппаратом «Olympus 2000», обработку фотоснимков проводили в программе Adobe Photoshop.

Результаты исследования. Среднее арифметическое значение ядра кардиомиоцитов в правом желудочке у 1,5 месячных плодов овец ставропольской породы составляет 17,18 ± 0,23 мкм^2, размах вариаций на данном периоде внутриутробного периода – 3,571 мкм^2, что в 0,23 раза меньше минимального значения вариационного ряда (рис. 1).

Минимальное значение в 1,5 месячном возрасте в ядрах кардиомиоцитах правого желудочка – 15,397 мкм^2, а максимальное –

18,968 мкм². По сравнению с 3 месячными плодами вариационная кривая смещается влево, при среднеквадратическом отклонении 1,24, коэффициент вариаций – 7,186 (табл. 1).

У 3-х месячных плодов овец показатели средней арифметической увеличиваются, но с малой интенсивностью и достигают – 17,45 ± 0,31 мкм².

Вариационная кривая 3-х месячного

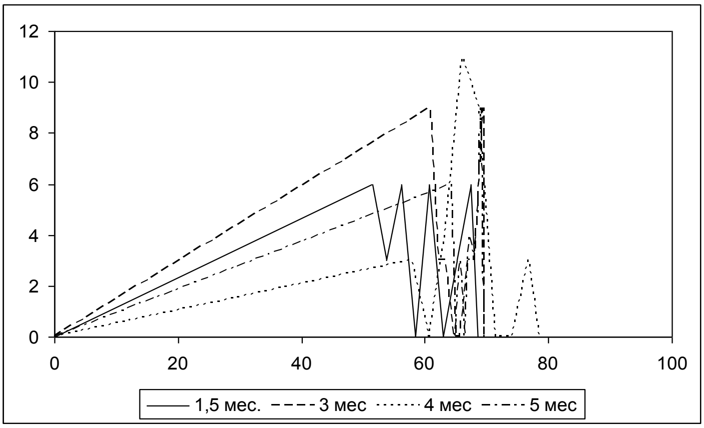

Рис. 1. Вариационная кривая роста площади ядра кардиомиоцитов в правом желудочке.

Таблица 1

Морфометрические показатели площади ядра кардиомиоцитов в правом и левом желудочках

№ п/п	Возраст плодов	Правый желудочек				Левый желудочек			
		Среднее арифметическое	Среднее квадратическое отклонение	Коэффициент вариаций	Ошибка средней арифметической	Среднее арифметическое	Среднее квадратическое отклонение	Коэффициент вариаций	Ошибка средней арифметической
1.	1,5 мес.	17,18	1,24	7,186	0,23	17,28	1,17	6,74	0,21
2.	3 мес.	17,45	1,69	9,73*	0,31	18,01	1,61	8,95*	0,29
3.	4 мес.	19,07	1,74	9,13	0,32	22,16	1,15	5,21	0,21
4.	5 мес.	22,57**	0,74**	3,29**	0,14	26,14**	1,49	5,69	0,27

* - P < 0,05 критерий достоверности между 1,5 мес. и 3 мес. плодами;

** - P < 0,05 критерий достоверности между 4 мес. и 5 мес. плодами.

возраста к 1,5 месячному возрасту смещена вправо. Размах кривой составляет 6,25 мкм², что в 0,43 раза меньше минимального значения, которое равно 14,462 мкм², а максимальное – 20,711 мкм². Среднеквадратичное отклонение составляет 1,69 при коэффициенте 9,73.

У плодов второго периода онтогенеза площадь ядра кардиомиоцитов увеличиваются с большей интенсивностью. На четвертом месяце внутриутробного развития среднеарифметические показатели увеличились и достигли 19,07 ± 0,32 мкм². Размах вариаций 6,99 мкм², что в 0,41 раз меньше минимального значения, которое равно – 16,899 мкм², а максимальное – 23,886 мкм². Вариационная кривая смещена вправо. Среднеквадратическое отклонение этой кривой составляет 1,74, при коэффициенте вариаций – 9,13.

Ядра кардиомиоцитов в правом желудочке 5 месячных плодов овец ставропольской породы имеет следующее средне арифметическое значение – 22,57 ± 0,14

мкм². Размах вариаций на данном этапе развития составляет – 2,666 мкм², что в 0,13 раз меньше минимального значения, которое составляет – 21,423 мкм², а максимальное значение равно – 24,089 мкм². Вариационная кривая смещена, по сравнению с 4 месячным возрастом, вправо. Площадь ядра кардиомиоцитов в правом желудочке 5 месячных плодов увеличилась на 3,5 мкм². Коэффициент вариаций составляет 3,29 мкм², а средне квадратическое отклонение на данном этапе онтогенеза – 0,74.

Средне арифметическое значение площади ядра кардиомиоцитов левого желудочка в 1,5 месячном возрасте составляет 17.28 ± 0,21 мкм² (табл. 1), размах вариаций 3,55 мкм², что в 0,23 раза меньше минимального значения вариационного ряда (рис. 2).

Это значение на данный период внутриутробного развития составляет 15,236, а максимальное – 18,787 мкм². По сравнению с 3-х месячными плодами вариационная кривая смещается влево, при средне квадратическом отклонении 1,17, коэффициент вариаций – 6,74.

У 3-х месячных плодов площадь ядра кардиомиоцитов повышает свои показатели, и достигают они 18,01 ± 0,29 мкм². Размах вариаций в этом возрасте составляет – 5,50 мкм², что в 0,37 раз меньше минимального значения Min – 14,971, а max – 20,473. Вариационная кривая смещается вправо, по сравнению с 1,5-месячными плодами.

Коэффициент вариаций составляет 8,959, а средне квадратическое отклонение – 1,61. Площадь ядра кардиомиоцитов в левом желудочке по сравнению с 1,5 месячными плодами овец ставропольской породы увеличилась на 0,19 мкм².

Кардиомиоциты плодов 4-х месячного возраста овец ставропольской породы показали следующие показатели. Средне арифметическое значение площади клеток в левом желудочке достигает – 22,16 ± 0,21 мкм². Размах вариационной кривой составляет 4,65, что в 0,23 раза меньше минимального значения вариации. Минимальное значение равно – 20,1, а максимальное – 24,75. По сравнению с 3-х месячными плодами вариационная кривая смещена вправо. Средне квадратическое отклонение вариационной кривой составляет 1,15. При коэффициенте вариаций – 5,21. Площадь ядра кардиомиоцитов в левом желудочке по сравнению с 1,5 месячными плодами увеличилась на 4,88 мкм², а по сравнению с 3-хмесячными на – 4,15 мкм².

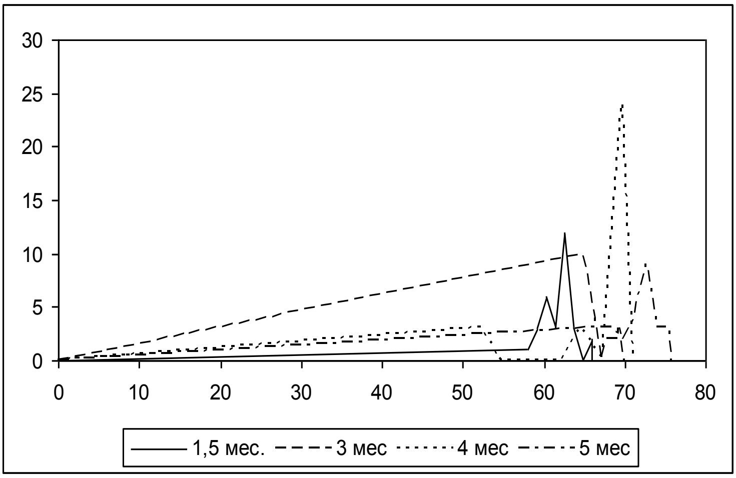

Рис. 2. Вариационная кривая роста площади ядра кардиомиоцитов в левом желудочке

В пятимесячном возрасте внутриутробного развития овец ставропольской породы средне арифметическое значение достигло 26,14 ± 0,27 мкм². Размах вариаций площади ядра кардиомиоцитов в левом желудочке составляет – 6,002 мкм², что на 0,26 меньше min значения – 22,912, а max – 28,914 мкм². Средне квадратическое отклонение вариационной кривой – 1,49 при коэффициенте вариации – 0,27. Вариационная кривая смещена вправо по сравнению с 4-х месячными плодами овец ставропольской породы. Площадь ядра пяти месячных плодов больше, чем площадь 4-хмесячных на 4,02 мкм².

Средне арифметические значения площади ядра кардиомиоцитов в правом предсердии у 1,5-месячных плодов овец ставро-

Таблица 2

Морфометрические показатели площади ядра кардиомиоцитов в правом и левом предсердиях

№ п/п	Возраст плодов	Правое предсердие				Левое предсердие			
		Среднее арифметическое	Среднее квадратическое отклонение	Коэффициент вариаций	Ошибка средней арифметической	Среднее арифметическое	Среднее квадратическое отклонение	Коэффициент вариаций	Ошибка средней арифметической
1.	1,5 мес.	10,71	1,79	16,69	0,33	17,18	1,24	7,18	0,23
2.	3 мес.	12,49*	1,89	15,15*	0,35	17,45	1,69	9,73*	0,31
3.	4 мес.	13,51	2,04	15,09	0,37	19,07	1,74	9,13	0,32
4.	5 мес.	14,59**	1,28**	8,77**	0,23	22,57**	0,74**	3,29**	0,14

* - Р < 0,05 критерий достоверности между 1,5 мес. и 3 мес. плодами;

** - Р < 0,05 критерий достоверности между 4 мес. и 5 мес. плодами.

польской породы достигает – 10,71 мкм^2 при средне арифметической ошибке – 0,33 мкм^2 (табл. 2). Размах вариаций составляет 5,703, что в 0,69 меньше минимального значения вариации. Минимальное значение – 8,279, а максимальное – 13,982. Вершина вариационной кривой соответствует значению близким к среднему арифметическому. По сравнению с 3-х месячными плодами вариационная кривая смещается влево. Среде квадратическое отклонение составляет 1,79, при коэффициенте вариаций 16,69.

Картина роста площади ядра кардиомиоцитов в правом предсердии у 3-х месячных плодов овец ставропольской породы выглядит иначе. Средне арифметическое значение площади ядра клетки составляет 12,49 ± 0,35 мкм^2. Размах вариационной кривой достигает 6,0, что в 0,61 меньше min вариационного ряда. Min – 9,864, max – 15,864.

В правом предсердии площадь ядра клеток увеличивается в 1,71 раза по сравнению с 1,5-месячными плодами. Вершина вариационной кривой соответствует значением близким и средне арифметической. По сравнению с 1,5-месячными плодами вариационная кривая смещается вправо (рис. 3).

У плодов 4-х месячного возраста внутриутробного развития площадь ядра кар-

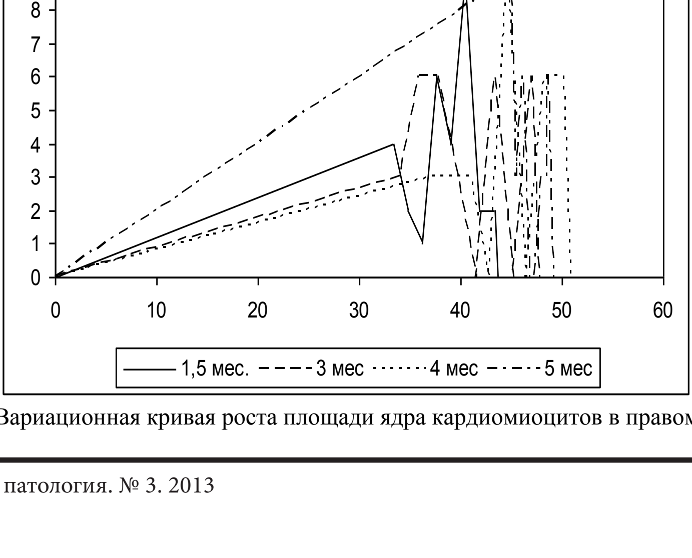

Рис. 3. Вариационная кривая роста площади ядра кардиомиоцитов в правом предсердии

диомиоцитов правого предсердия средне арифметическое значение – 13,51 ± 0,37 мкм^2, размах вариационной кривой составляет 7,07, что в 0,66 раз меньше минимального значения вариационного ряда. Min значение соответствует – 10,698 мкм^2, а max – 17,768 мкм^2. Площадь ядра кардиомиоцитов 4-х месячного возраста по сравнению с 3-х месячными плодами овец возросла на 1,02 мкм^2. Вершина вариационной кривой по сравнению с 3-х месячным возрастом смещена вправо.

В пяти месячном возрасте площадь ядра кардиомиоцитов в правом предсердии 14,59 ± 0,23 мкм^2 – средне арифметическое значение. Размах вариационной кривой составляет – 4,54, что в 0,36 мкм^2 меньше минимального значения. Минимальное значение на данной стадии внутриутробного развития соответствует – 12,721, а максимальное – 17,257. Средне квадратическое отклонение соответствует 1,28 при коэффициенте вариаций – 8,77. Площадь ядра кардиомиоцитов в пяти месячном возрасте больше площади ядра в 4-х месячном возрасте на 2,08 мкм^2.

Площадь ядра кардиомиоцитов в левом предсердии у 1,5месячных плодов имеет средне арифметическое значение – 12,78 при средне арифметической ошибке 0,16 мкм (табл. 2). Размах вариаций составляет 2,912, что в 0,256 раз меньше минимального значения вариационной кривой (рис. 4). Это значение равно – 11,388 мкм^2, а максимальное – 14,30 мкм^2. По сравнению с остальными периодами внутриутробного развития вариационная кривая смещается влево. При средне квадратическом отклонении 0,89 и средней арифметической ошибки – 0,16.

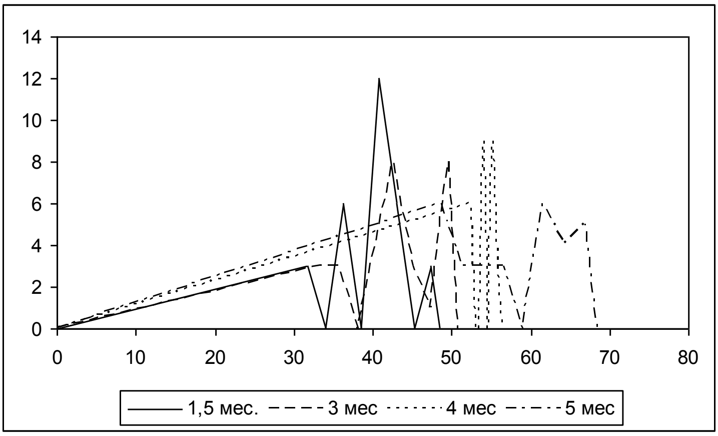

Рис. 4. Вариационная кривая роста площади ядра кардиомиоцитов в левом предсердии

Средне арифметическое значение площади ядра кардиомиоцитов левого предсердия у 3-х месячных плодов соответствует 13,03 ± 0,16 мкм^2, размах вариаций составляет 3,16 мкм^2, что в 0,27 раза меньше минимального значения вариационного ряда. Min значение составляет – 11,517 мкм^2, а max – 14,676 мкм^2. Площадь ядра клеток увеличивается в 0,25 раз по сравнению к 1,5-месячным плодам овец ставропольской породы. По сравнению с предыдущим возрастом вариационная кривая смещается влево, при средне арифметическом отклонении – 0,88, коэффициент вариации – 6,73.

Средне арифметическое значение площади ядра кардиомиоцитов левого предсердия в 4-хмесячном возрасте равно 15,33 ± 0,16 мкм^2, размах вариаций составляет 4,16 мкм^2, что в 0,3 раза меньше минимального значения, которое составляет – 13,802 мкм^2, а максимальное – 17,962 мкм^2. По сравнению с 3-х месячным возрастом ядро кардиомиоцита выросло на 2,3 мкм^2 Вершина вариационной кривой смещается влево. Средне квадратическое отклонение 0,88, ошибка средне арифметической – 5,73.

В пятимесячном возрасте площадь ядра кардиомиоцитов в левом предсердии средне арифметическое значение – 16,05 ± 0,33, размах вариаций составляет 7,25 мкм^2, что в 0,62 раза меньше минимального значения. Min значения в данный период онтогенеза – 11,654 мкм^2, max – 18,906 мкм^2. По сравнению с 4-х месячным возрастом площадь ядра увеличилась на 0,72 мкм^2. Вариационная кривая смещается влево, средне квадратическое отклонение – 1,82, коэффициент вариаций – 11,35.

Обсуждения и выводы. Анализируя, полученные данные мы можем сделать следующий вывод, что у овец на разных стадиях пренатального онтогенеза в правом желудочке площадь ядра кардиомиоцитов увеличиваются. Увеличение роста ядра происходит с меньшей интенсивностью, чем это происходит в левом желудочке. В левом желудочке увеличение ядра более интенсивно происходит во вторую стадию беременности, а правом желудочке рост ядра идет равномерно на всех стадиях онтогенеза.

Рост ядер кардиомиоцитов в правом предсердии развивается следующим образом, в правом предсердии увеличение ядра происходит более равномерно по сравнению с левым предсердием. Показатели в левом предсердии отличаются от показателей правого предсердия. Развитие в 1,5-месячном и 3-х месячном возрасте плодного периода происходит равномерно, а в 4 месяце идет скачок и уже в 5 месяце есть увеличение, но не большой интенсивностью.

Среднее арифметическое значение площади ядра кардиомиоцита в левом предсердии 1,5 месячного плода овец составляет 40,02 ± 0,76 мкм^2, размах вариаций составляет 17,91 мкм2, что в 0,59 раза меньше минимального значения вариационного ряда. Min вариации составляет 30,6 мкм^2, max – 48,511 мкм^2. Вершина вариационной кривой соответствует значению близким к среднему арифметическому при среднем квадратическом отклонении 4,13. Коэффициент вариаций составляет – 10,3.

Согласно морфометрических показателей, на протяжении всего пренатального периода толщина миокарда желудочков значительно толще толщины миокарда предсердий. Наиболее толстым является миокард левого желудочка, наиболее тонким – миокард правого предсердия. Ядерно-протоплазменное отношение кардиомиоцитов наибольшее в левом желудочке у 5 месячного плода (0,37).

Резюме: Статистические методы позволяют объективно оценивать количественные результаты исследований. Кардиомиоциты, с позиций морфометрического исследования, представляют собой геометрические тела, у которых удобно замеряется длина и ширина, а затем вычисляется площадь.

SUMMARY

Statistical methods allow us to objectively evaluate the quantitative research results. Cardiomyocytes, with the positions of morphometric studies represent geometrical bodies, which have conveniently measured the length and width, and then calculates the square.

Keywords: of the fruit of the sheep, cardiomyocytes, the kernel of cardiomyocytes.

Литература

1. Галейся, Е.Н. Морфофункциональная характеристика венозного субэпикардиального русла сердца людей первого и второго периодов зрелого возраста (от 21 до 60 лет) : автореф.дис. . канд. мед. наук / Е.Н. Галейся. Волгоград, 2007. - 24с.
2. Голованова Т.И. Цитология с основами гистологии Издательство: ИПК СФУ, 2009.
3. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. - М.: Высшая школа, 1990. – С. 23-124.
4. Лапина, Т.И. Условия развития и биологический статус потомства. Монография. ООО «МП Книга». 2012. -202 с.
5. Мотин Ю.Г. Электронный атлас микрофотографий гистологических препаратов Издательство: Изд-во АГМУ, 2010. – 302с.
6. Ойвин, И. Л. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований / И. Л. Ойвин // Патофизиология и экспериментальная терапия. – 1960. – №4. – С. 76.
7. Соколов, В.И. Цитология, гистология, эмбриология / В.И. Соколов, Е.И. Чумасов. – М.: Колосс, 2004. – 351 с.

Контактная информации об авторах для переписки

И.А. Белозерова, доцент кафедры маркетинга и менеджмента Ставропольский Институт Кооперации (филиал) Белгородского Университета Кооперации экономики и права.

Т.И. Лапина, профессор, зав. межлабораторным диагностическим центром ГНУ Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт РАСХН